

9/5

PAT-NO: JP363212911A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63212911 A
TITLE: AUTO FOCUS SYSTEM
PUBN-DATE: September 5, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
NEMOTO, RYOJI
YANAI, TOSHIAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI ELECTRONICS ENG CO LTD	N/A

APPL-NO: JP62047242
APPL-DATE: March 2, 1987

INT-CL (IPC): G02B007/11, G01N021/88 , H01L021/66
US-CL-CURRENT: 396/111, 396/133

ABSTRACT:

PURPOSE: To execute focusing with high accuracy by projecting two variable density patterns to the surface of a member to be inspected, by a projection optical system, and executing auto focusing so that an intermediate point of its two variable density patterns is brought to an image formation on the surface of the member to be inspected.

CONSTITUTION: A wafer 12 of a member to be inspected is placed on a stage 10, irradiated by polarization laser beam 14, and a scattered light from the surface is photodetected and observed by a photodetecting part 20. In that

case, two variable density patterns 22, 24 are provided on a projection optical system, and its variable density patterns 22, 24 are projected to a wafer 12 through a half mirror 18. Its projected variable density patterns are brought to an image pickup by a two-dimensional image sensor 32, a contrast ratio of two variable density patterns is derived by a focus control circuit 35, the wafer 12 is controlled and allowed to ascend and descend so that its ratio becomes '1', and by a system for bringing an intermediate point of the variable density patterns 22, 24 to an image formation on the surface of the wafer 12, focusing is executed automatically. Accordingly, by an auto focus system for bringing the intermediate point of two variable density patterns to an image formation on the surface of the wafer, the wafer can be observed with high accuracy.

COPYRIGHT: (C)1988, JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-212911

⑬ Int. Cl.⁴

G 02 B 7/11
G 01 N 21/88
G 02 B 7/11
H 01 L 21/66

識別記号

庁内整理番号

H-7403-2H
E-7517-2G
D-7403-2H
6851-5F

⑭ 公開 昭和63年(1988)9月5日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 オートフォーカス方式

⑯ 特 願 昭62-47242

⑰ 出 願 昭62(1987)3月2日

⑱ 発 明 者 根 本 亮 二 東京都千代田区大手町2丁目6番2号 日立電子エンジニアリング株式会社内

⑲ 発 明 者 谷 内 俊 明 東京都千代田区大手町2丁目6番2号 日立電子エンジニアリング株式会社内

⑳ 出 願 人 日立電子エンジニアリング株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番2号

㉑ 代 理 人 弁理士 梶山 信是 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

オートフォーカス方式

2. 特許請求の範囲

(1) 部材の表面を観測する観測光学系に対して固定された投影光学系と、この投影光学系の光軸上に前後にずらして配置され、前記投影光学系によって前記部材の表面に投影される2つの濃淡パターンと、前記部材の表面の前記濃淡パターンが投影される部分を撮像するための2次元イメージセンサと、この2次元イメージセンサの出力信号を入力とし、前記部材の表面に投影された前記2つの濃淡パターンの平均的なコントラスト比を求め、この平均的コントラスト比がほぼ1になるように前記部品と前記観測光学系とを相対的に移動させるための駆動手段を制御するフォーカス制御手段とを有し、前記投影光学系は前記部材の表面と前記観測光学系の焦点とが一致した場合に前記2つの濃淡パターンのほぼ中間点を前記部材の表面に結像させるものであることを特徴とするオートフ

ォーカス方式。

(2) フォーカス制御手段は、一方の濃淡パターンに対応する2次元イメージセンサの出力信号の平均値または合計値と他方の濃淡パターンに対応する前記2次元イメージセンサの出力信号の平均値または合計値との差を平均的コントラスト比として求めることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のオートフォーカス方式。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、部材の表面を光学的に観測する装置において、部材表面と観測光学系との焦点合わせ制御に適用されるオートフォーカス方式に関する。

〔従来の技術〕

この種の装置として、集積回路のウエハの表面に付着した微小異物の検査を行う異物検査装置がある。

この異物検査装置においては一般に、ウエハ表面の異物検出のための観測光学系を固定し、ウエ

ハを移動させながら異物検出を行う。そして、検出精度の高い装置においては、検査中に観測光学系の焦点をウェハ表面に合わせるためのオートフォーカス方式が適用されている。

従来、このオートフォーカス方式は、観測光学系に固定された静電容量変位計により観測光学系とウェハ表面との焦点ずれ量を検出し、この検出信号に従いウェハを観測光学系の光軸方向に微小移動させることにより、観測光学系の焦点をウェハ表面に一致させるというものであった。

〔解決しようとする問題点〕

しかし、焦点ずれ量の検出精度が比較的低く、またウェハの厚み変動による影響を受けやすいため、焦点合わせの精度および安定度が不十分であった。

この発明は、この問題点に鑑みてなされたもので、ウェハ異物検査装置などの部材の表面を光学的に観測する装置において、観測光学系とウェハなどの部材の表面との焦点合わせを高精度かつ安定に行うためのオートフォーカス方式を提供する

ことを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

この目的を達成するために、この発明は、部材の表面を観測する観測光学系に対して固定した投影光学系により、その光軸上に前後にずらして配置した2つの濃淡パターンを前記部材の表面に投影させ、この投影光学系を、ジャストフォーカス点で前記2つの濃淡パターンのほぼ中間点が前記部材の表面に結像するように構成し、また、前記部材の表面の濃淡パターンが投影される部分を2次元イメージセンサによって撮像し、この2次元イメージセンサの出力信号から前記部材の表面に投影された2つの濃淡パターンの平均的なコントラスト比を求め、このコントラスト比がほぼ1になるように前記部品と前記観測光学系との相対距離を調節する構成を有するものである。

〔作用〕

この発明は上述のように、部材表面に投影された2つの濃淡パターンのコントラスト比の形で焦点ずれを光学的に検出する構成であるから、静電

容量変位計を用いた従来方式のように部材の厚さの変動による影響を本質的に排除することができ、また、焦点ずれの検出精度を大幅に上げることができる。

また、このコントラスト比は、視野の広がりを持つ2次元イメージセンサの出力信号から求められる平均的なコントラスト比であり、部材表面の微小異物などに殆ど影響されない。

したがって、この発明によれば、観測光学系によって観測されるウェハなどの部材の表面と観測光学系の焦点合わせを高精度かつ安定に行うことができる。

〔実施例〕

以下、図面を参照し、この発明の一実施例について説明する。

第1図は、ウェハの異物検査装置に適用された、この発明のオートフォーカス方式の概要図である。この図において、10はX、Y、Zの各方向に移動するXYZステージであり、この上に検査対象のウェハ12が負圧吸着などによって固定される。

この実施例の異物検査装置においては、ウェハ12の表面にS偏光レーザービームが照射され、その垂直方向の散乱光が観測光学系に受光され、その散乱光の強度、散乱光のP偏光成分の強度、または散乱光のP偏光成分とS偏光成分の強度の比によってウェハ12の表面の異物の検出が行われる。ただし、非偏光レーザービームをウェハ表面に照射する構成の異物検査装置においても、当該オートフォーカス方式は同様に適用できるものである。

14は前記S偏光レーザービームを照射するためのレーザー発振器であり、16は前記観測光学系の対物レンズである。ウェハ12の表面のレーザー照射スポットからの垂直方向の散乱光は、この対物レンズ16、ハーフミラー18を経由して前記観測光学系の受光部20に入射する。この受光部20に、前記のようなP偏光成分やS偏光成分の抽出、光電変換などのための手段が含まれる。検査動作中において、XYZステージ10によりウェ

ハ１２をX方向およびY方向に移動させることにより、ウエハ表面のスキャンが行われる。

このような検査動作に関連した構成は、この発明の要旨に直接係わる部分ではないから、これ以上の詳細については説明を省略する。

このような異物検査装置に適用されたオートフォーカス方式の構成について説明する。まず、オートフォーカスのための濃淡縞パターンをウエハ表面に投影させる部分について説明する。なお、この部分は観測光学系に対して固定した関係に設けられる。

２２と２４はパターン板であり、それぞれガラス板の相対向する面にオートフォーカス用の濃淡縞パターンを金属の蒸着などによって設けたものである。この濃淡縞パターンの詳細については後述する。

２６はパターン板２２、２４の照明用光源である。この光源２４からの光（白色光）をレンズ２８により平行ビームにしてパターン板２２、２４を照明する。パターン板２２、２４の濃淡縞パタ

ーンは、レンズ３０、ハーフミラー１８および対物レンズ１６を介してウエハ１２の表面に投影される。

なお、ウエハ表面が観測光学系の焦点に一致したときに、前後のパターン板２２、２４の中間点がウエハ表面に結像するように、ハーフミラー１８および対物レンズ１８とともに濃淡縞パターンの投影光学系を構成するレンズ３０の焦点距離、およびレンズ３０とパターン板２２、２４との間隔が調節されている。

次にウエハ表面に投影されたオートフォーカス用濃淡縞パターンの撮像系について説明する。この部分は、観測光学系に対して固定した関係に設けられている。

３２はウエハ表面の濃淡縞パターンが投影される部分を撮像するための２次元イメージセンサである。この実施例にあっては、この２次元イメージセンサ３２として、４１×１４画素のＣＣＤイメージセンサが用いられている。３４と３８は、ウエハ表面の濃淡縞パターンが投影される部分を

２次元イメージセンサセンサ３２の撮像面に結像させるためのミラーとシリンドリカルレンズである。３８は赤外カットフィルタである。

なお、ウエハ表面における濃淡縞パターンの投影部分と２次元イメージセンサ３２の視野は、異物検出用レーザビームの照射スポットからずれている。

３４はフォーカス制御回路である。この回路は２次元イメージセンサ３２の出力信号からフォーカスエラー信号を生成し、このフォーカスエラー信号に従って焦点ずれを打ち消すようにXYZステージ１０のフォーカス調節用モータ３７を駆動する。このモータ３７は例えばピエゾモータであり、焦点調整のためにウエハ１２をZ方向（上下方向）に高速微動させるものである。ウエハ１２を大きくZ方向に移動させるためのモータは別にXYZステージ１０に設けられている。

３９はXYZステージ１０の移動、その他の装置全体の制御を司る装置制御部である。

第２図は、パターン板２２、２４に設けられた

オートフォーカス用濃淡縞パターンの説明図である。図において、２２aはパターン板２２に設けられた濃淡縞パターンの濃部であり、２４aはパターン板２４に設けられた濃淡縞パターンの濃部である。この図から明らかなように、光軸方向から見た場合、パターン板２２、２４の濃淡縞パターンは、それぞれの濃部２２a、２４aが交互に並ぶような関係となっている。

なお、オートフォーカス用濃淡縞パターンとウエハ上の回路パターンとの混同を避けるために、この濃淡縞パターンをウエハ表面に投影した場合、濃淡縞パターンはウエハ１２の基本格子方向であるX、Y方向に対して約４５度の角度で交差するようにされている。この関係を明らかにするために、ウエハ１２の縮小した輪郭を領域１２aで示してある。ウエハ１２の回路パターンは大部分がX方向またはY方向に走る。

さらに、ウエハ上の回路パターンおよび微小異物と濃淡縞パターンとの混同を避けるために、濃淡縞パターンの濃部および端部の幅および長さは、

回路パターンおよび異物よりも大きく決定されている。

第3図は、2次元イメージセンサ32の視野分割の説明図である。この図に示すように、2次元イメージセンサ32の視野32aは前側パターン板24の濃淡縞パターンの濃部24aの撮像領域Aと、後側パターン板22の濃淡縞パターンの濃部22aの撮像領域Bとに交互に分割して扱われる。そして、各撮像領域に対応の濃淡縞パターンが入るように、パターン板22、24と2次元イメージセンサ32の位置が調節される。

第4図はフォーカス制御回路35の概略ブロック図である。この図において、40は2次元イメージセンサ32の撮像領域A(第3図)に対応する画素の出力信号の平均値(または合計値)を求めるための回路、42は2次元イメージセンサ32の撮像領域Bに対応する画素の出力信号の平均値(または合計値)を求めるための回路である。

44は回路40の出力信号値と回路42の出力信号値との差を求めてフォーカスエラー信号E

Rを出力する減算回路である。このフォーカスエラー信号E R Rはウエハ表面に投影された前後の濃淡縞パターンの平均的なコントラスト比に比例する信号であり、その絶対値は焦点ずれ量に対応し、その極性は焦点ずれの方向に対応する。

46はフォーカスエラー信号E R Rに従って焦点調整用モータ37を駆動するドライバである。

48はウエハ表面がオートフォーカスの引き込み範囲内に入ったことを検出するために設けられたピーク通過検出回路であり、フォーカスエラー信号E R Rが所定の閾値レベル以上のピークを通過した時にピーク通過検出信号P Tを出力する。このピーク通過検出信号P Tは装置制御部39に与えられる。装置制御部39は、ピーク通過検出信号P Tが発生すると、X Y Zステージ10のZ方向移動(上昇または下降)を停止させ、ドライバ46に対する抑止信号D Eをオフし、ドライバ46を作動状態にしてオートフォーカス動作を開始させる。

第5図は、観察光学系とウエハ表面との焦点ず

れとフォーカスエラー信号E R Rとの関係を示している。

焦点ずれがゼロのジャストフォーカス点よりウエハ12の表面がある量だけ下がると、前側のパターン板24の濃淡縞パターンは、その結像面がウエハ表面に一致するため、ウエハ表面に明瞭に投影される。したがって、この濃淡縞パターンの撮像信号の平均値(もしくは合計値)つまり回路40の出力信号値が最大となる。この時、後側の濃淡縞パターンは、その結像面がウエハ表面から大きく外れるため、淡い像としてしかウエハ面に投影されないため、その撮像信号の平均値(もしくは合計値)である回路42の出力信号値はほぼゼロとなる。

逆にジャストフォーカス点からウエハ表面がある量だけ上がると、後側パターン板22の濃淡縞パターンの結像面がウエハ表面に一致し、回路42の出力信号値が最大となり、前側の濃淡縞パターンの撮像信号の平均値(もしくは合計値)はほぼゼロになる。

ジャストフォーカス点では、前後の濃淡縞パターンの中間点がウエハ表面に結像されるため、前後の濃淡縞パターンはいずれも淡い像としてウエハ表面に投影され、それぞれの平均的なコントラスト比はほぼ1になる。

そして、フォーカスエラー信号E R Rは、回路40、42の出力信号値の差信号、すなわちウエハ表面に投影された前後の濃淡縞パターンの平均的なコントラスト比の比例信号である。したがって、ウエハ表面がジャストフォーカス点を中心として上下すると、フォーカスエラー信号E R Rは絶対値および極性が図示のように変化する。

以上のように構成された本実施例の動作について説明する。ウエハ12がX Y Zステージ10に固定されると、装置制御部39の制御によりX Y Zステージ10はXおよびY方向の基準位置まで駆動される。なお、この時点ではX Y Zステージ10は最下位置まで下がっている。

次に装置制御部39の制御により、X Y Zステージ10が上昇駆動され、ウエハ12は徐々に上

昇する。そして、ジャストフォーカス点に近づくとフォーカスエラー信号ERRがプラス側のピークまで増加し、その直後にピーク通過検出回路48からピーク通過検出信号PTが出る。すなわち、オートフォーカスの引き込み範囲内にウエハ表面が入ったということである。

このピーク通過検出信号PTに反応して、装置制御部38はXYZステージ10の上昇駆動を停止するとともに、抑止信号DE(これまでオン状態であった)をオフすることによりドライバ48を作動させ、一定時間を経過後にXYZステージ10のXまたはY方向に移動させながら異物検査動作を行わせる。

さて、抑止信号DEのオフによりフォーカス制御回路35が作動を開始する。フォーカスエラー信号ERRがプラス極性の時には、ウエハ12を微小上昇させる方向にフォーカス調整用モータ37がドライバ48によって駆動される。逆にフォーカスエラー信号ERRがマイナス極性の時には、ウエハ12を下降させる方向にモータ37はドラ

イバ48により駆動される。このようにして、フォーカスエラー信号ERRをほぼゼロに保つようにウエハ12の高さが微調整される。

このようなフォーカスサーボがかかった状態における焦点誤差は、フォーカス制御回路35の利得と前後パターン板22, 24の間隔によってほぼ決まり、ウエハ12の厚さ変動による影響は受けない。また、オートフォーカス用濃淡編パターンを1次元イメージセンサではなく、2次元イメージセンサ32により撮像し、その出力信号から前後の濃淡編パターンの平均的なコントラスト比に対応したフォーカスエラー信号ERRを作成してフォーカス制御を行うから、ウエハ面の微小異物や回路パターンによる影響を殆ど受けない。換言すれば、視野の広がりのある2次元イメージセンサで撮像し平均的コントラスト比を求めるから、前記のように濃淡編パターンの方向およびサイズを決定することにより、ウエハ面の微小異物や回路パターンによる影響をより確実に排除できるわけである。

このように、本実施例のオートフォーカス方式によれば、観測光学系とウエハ面とのフォーカス制御を従来より遙に高精度かつ安定に行うことができる。

なお、本実施例におけるフォーカス制御回路34の機能の一部をソフトウェアによって実現してもよい。

また、オートフォーカス用濃淡パターンのパターン形態などを適宜変形してもよい。

さらに、オートフォーカス用2次元イメージセンサ32は、前記CCDイメージセンサ以外のものを用いてもよい。

また前記実施例はウエハの異物検査装置に適用されたものであるが、この発明のオートフォーカス方式は、マスク基板の表面検査装置など、部材の表面を光学的に観測する装置に一般的に適用できるものである。

[発明の効果]

以上の説明から明らかなように、この発明は、部材の表面を観測する観測光学系に対して固定さ

れた投影光学系と、この投影光学系の光軸上に前後にずらして配置され、前記投影光学系によって前記部材の表面に投影される2つの濃淡パターンと、前記部材の表面の前記濃淡パターンが投影される部分を撮像するための2次元イメージセンサと、この2次元イメージセンサの出力信号から前記部材の表面に投影された前記2つの濃淡パターンの平均的なコントラスト比を求め、このコントラスト比がほぼ1になるように前記部品と前記観測光学系との相対移動のための駆動手段を制御するフォーカス制御手段とを有し、前記投影光学系は前記部材の表面と前記観測光学系の焦点とが一致した場合に前記2つの濃淡パターンのほぼ中間点を前記部材の表面に結像させるようにした方式であるから、ウエハなどの部材の表面と観測光学系との焦点合わせを高精度かつ安定に行わせることができる。

4.図面の簡単な説明

第1図はウエハ異物検査装置に適用された、この発明のオートフォーカス方式の一実施例の概要

図、第2図はオートフォーカス用濃淡線パターン
の説明図、第3図は濃淡線パターン撮像用2次元
イメージセンサの視野分割の説明図、第4図はフ
ォーカス制御回路のブロック図、第5図は焦点ず
れとフォーカスエラー信号との関係を示す特性線
図である。

10…XYZステージ、12…ウエハ、16…
観測光学系の対物レンズ、18…ハーフミラー、
22、24…パターン板、30…投影光学系のレ
ンズ、32…2次元イメージセンサ、34…ミラ
ー、35…フォーカス制御回路、36…シリン
ドリカルレンズ、37…フォーカス調整用モータ。

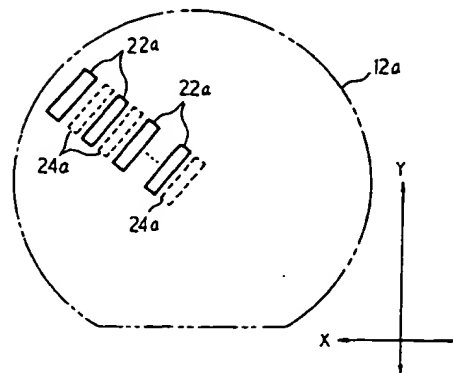
特許出願人

日立電子エンジニアリング株式会社

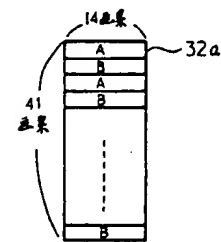
代理人 弁理士 梶 山 信 是

弁理士 山 本 富士男

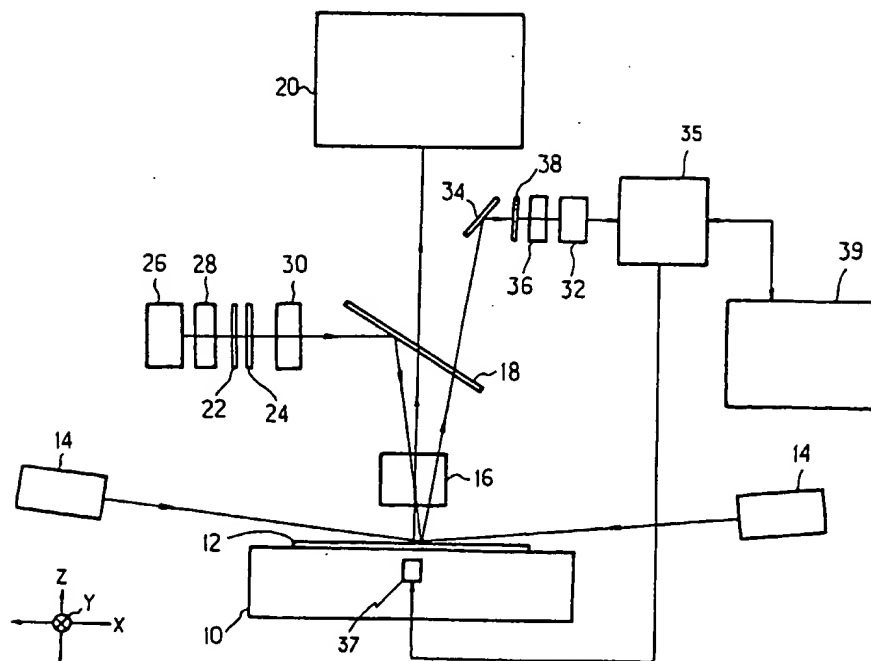
第 2 図



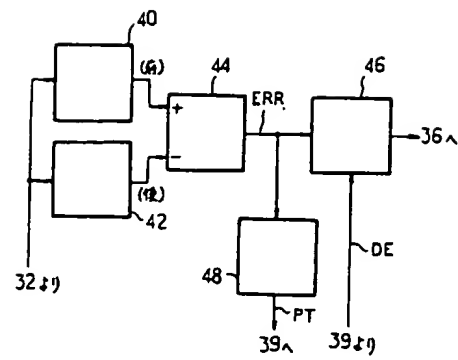
第 3 図



第 1 図



第 4 题



第 5 区

